



PENGARUH PENAMBAHAN GAS HHO TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR NYALA API PADA *BLOW-TORCH* KEROSIN

Indah Puspitasari¹⁾ dan Djoko Sungkono Kawano²⁾

^{1,2)} Lab. TPBB Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111
E-mail¹⁾: indah14091991@gmail.com
No. Telp. 085649380314

ABSTRAK

Blow-torch merupakan *burner* yang dapat menghasilkan temperatur nyala api tinggi dengan bakar kerosin. Temperatur masih dapat ditingkatkan dengan penambahan gas HHO sebagai bahan bakar *extender* yang diperoleh dengan cara elektrolisa air yang kemudian dipremix dengan kerosin sebelum dibakar. Penambahan gas HHO ini selain meningkatkan temperatur nyala api, juga dapat meningkatkan daya *blow-torch*. Penelitian ini dilakukan secara *true experimental laboratory* pada Lab TPBB Jurusan Teknik Mesin FTI ITS untuk mengetahui pengaruh penambahan gas HHO terhadap distribusi temperatur nyala api pada *blow-torch* berbahan bakar kerosin. Variasi yang digunakan adalah jumlah kerosin yang masuk ke *mixing chamber* dengan bukaan katup 100%, 50% + gas HHO, 25% + gas HHO. Gas HHO yang masuk ke ruang bakar didapat dari generator penelitian terdahulu minimal sebesar 1LPM. *Blow-torch* dan generator HHO digabungkan dalam rangkaian satu unit. Hasil penelitian didapatkan penambahan gas HHO pada *blow-torch* kerosin meningkatkan temperatur nyala api. Titik temperatur dan daya tertinggi dihasilkan oleh variasi kerosin bukaan katup 50% + gas HHO yaitu sebesar 1319°C dan 39.969 watt. Terjadi titik puncak api yang lebih maju pada *mixing* kerosin dengan gas HHO dibandingkan kerosin murni.

Kata kunci: *blow-torch*, gas HHO, kerosin, temperatur nyala api

PENDAHULUAN

Blow-torch merupakan salah satu jenis burner yang prinsip kerjanya seperti kompor tekan. Hampir semua industri membutuhkan burner, misalnya untuk memanaskan ruang – ruang tertentu yang mencapai temperatur 1000°C, *blow-torch* menjadi pilihan yang tepat sebagai burner karena panas yang dihasilkan oleh *blow-torch* lebih tinggi dari burner yang lain. Salah satu contohnya mesin rotary kiln pada industri semen, untuk membuat bubuk semen menjadi bubuk semen, dibutuhkan ruang pemanas yang temperaturnya mencapai 1000°C.

Bahan bakar juga menjadi aspek utama untuk syarat pembakaran (Turn, 2000). Namun akhir-akhir ini bahan bakar fosil yang menjadi sumber energi utama dalam dunia industri sudah mulai langka. Pencarian energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) sampai sekarang ini terus dilakukan, diantaranya adalah memaksimalkan konversi energi listrik dari matahari, biofuel serta pengembangan potensi air (H₂O). Air merupakan sumber energi terbarukan karena ketersediaannya yang melimpah ruah. Penelitian tentang teknologi penghemat bahan bakar menggunakan air, mengacu pada proses elektrolisis air yang menghasilkan gas hidrogen hidrogen oksida (HHO) atau *brown gas* yang dapat digunakan untuk keperluan pembakaran. Proses elektrolisis air menggunakan generator HHO merupakan salah satu cara untuk memecah air (H₂O) menjadi hidrogen (H₂) dan oksigen



(O₂). Proses elektrolisis tersebut dapat terjadi dengan setengah reaksi asam ataupun basa ataupun keduanya. Terjadinya reaksi asam ataupun basa tergantung oleh kondisi lingkungan atau jenis elektrolit yang digunakan (Dopp, 2007).

Penelitian mengenai performa generator HHO sudah banyak dikembangkan dengan memvariasikan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi jumlah gas HHO yang dihasilkan. Beberapa faktor tersebut yaitu mulai dari arus listrik yang dialirkan, jenis dan jumlah katalis yang terkandung pada larutan serta jenis dan besarnya luas penampang maupun bentuk susunan pada masing-masing elektroda. Generator tersebut diaplikasikan ke berbagai kendaraan bermesin bensin dan diesel, kompor serta burner.

Penelitian tentang pengaruh penambahan gas HHO dengan bahan bakar kerosin terhadap distribusi temperatur nyala api kompor tekan (*blow-torch*) dengan menggunakan generator HHO tipe kering, disimpulkan bahwa *blow-torch* dengan bahan bakar *mixing* kerosin dan gas HHO memiliki temperatur lidah api yang lebih panas dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar kerosin murni (Saputra, 2014). Besarnya daya yang dihasilkan oleh gas HHO serta besarnya daya yang dihasilkan kerosin meningkatkan temperatur lidah api sebesar lebih dari 300 °C. Letak titik puncak api yang lebih maju dihasilkan pada *blow-torch* dengan bahan bakar kerosin dan gas HHO dibanding dengan kerosin.

Berdasarkan penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan campuran bahan bakar kerosin dengan gas HHO sangat berpengaruh terhadap karakteristik dan distribusi temperatur nyala api pada *blow-torch*. Oleh sebab itu, peneliti tertarik untuk mengoptimalkan distribusi temperatur nyala api, daya dan konsumsi bahan bakar pada *blow-torch* jika menggunakan generator gas HHO terbaik dari penelitian terdahulu dengan kriteria produktivitas tertinggi yaitu generator gas HHO dengan produktivitas lebih dari 1L/menit (Rizal, 2014).

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan bahan bakar kerosin dengan alasan bahwa kerosin lebih aman daripada bahan bakar LPG dari segi karakteristik bahan bakar yang mudah meledak. Selain itu kerosin juga masih digunakan oleh masyarakat yang masih tinggal di daerah tertentu. Tetapi dari segi temperatur, kerosin kurang menghasilkan panas yang tinggi dibandingkan dengan LPG. Untuk itu peneliti menambahkan gas HHO sebagai adiktif dan penyuplai oksigen agar temperatur yang dicapai bisa maksimal dan pembakaran yang dihasilkan lebih sempurna jika dibandingkan dengan kerosin murni saja. Peneliti menggunakan kerosin produksi dari PT. Pertamina dengan variasi jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam *mixing chamber* dengan bukaan katup 100%, 50% + gas HHO, 25% + gas HHO.

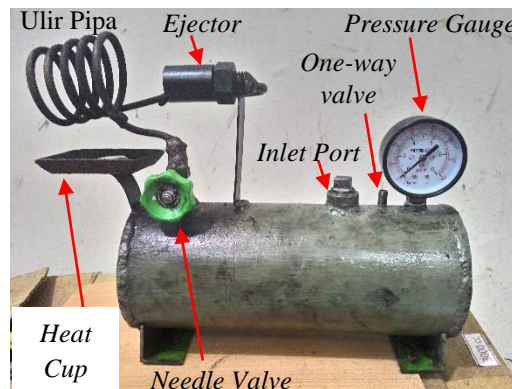
Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti bermaksud mengkomparasikan distribusi temperatur nyala api dengan bahan bakar kerosin murni dan *mixing* kerosin + gas HHO dengan harapan dapat meningkatkan temperatur api dan daya dari *blow-torch*, sehingga panas tersebut dapat dimanfaatkan secara radiasi untuk dapur pemanas atau *furnace* yang membutuhkannya.



METODE

Burner Uji (*Blow-torch*)

Burner uji yang dipakai adalah *blow-torch* berbahan bakar kerosin buatan peneliti. *Blow-torch* ini terbuat dari pipa besi berdiameter 116 mm dan panjang 280 mm dengan tebal dinding 4 mm sebagai tabung reservoir bahan bakar kerosin. Burner ini dilengkapi *pressure gauge* sebagai penunjuk besar tekanan dalam tabung, *one-way valve* ban sepeda motor untuk memasukkan udara dari kompresor sehingga tekanan di dalam tabung naik, dan juga *inlet port* untuk saluran pemasukkan kerosin ke dalam tabung. Saluran keluar kerosin yang ditekan menggunakan pipa kuningan berdiameter 11 mm yang masuk hingga 10 mm di atas dasar tabung pipa besi dan dibuat berulir seperti pegas, ditunjukkan gambar 1, dan dilengkapi *needle valve* sebagai pengatur besarnya kerosin yang keluar. Di ujung dari pipa kuningan dipasang *nipple/nozzle* yang akan menaikkan kecepatan dari kerosin yang teratomisasi akibat panas dan tekanan. Di bawah ulir pipa kuningan, dipasang *heating cup* sebagai pemanas awal ketika *blow-torch* mulai dinyalakan. Burner ini bekerja pada tekanan 0,4MPa. Gambar *blow-torch* ditunjukkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Burner Uji *Blow-torch* (Dokumentasi)

Generator HHO

Generator HHO yang akan digunakan pada penelitian ini adalah buatan peneliti sebelumnya dengan produktivitas 2,3 LPM. Generator ini merupakan tipe kering, terbuat dari material SS 316L dengan ukuran pelat 110mm x 110mm memiliki 6 *cell* dan masing-masing *cell* menggunakan 4 pelat netral [4]. Gambar generator HHO ditunjukkan pada gambar 2 berikut:

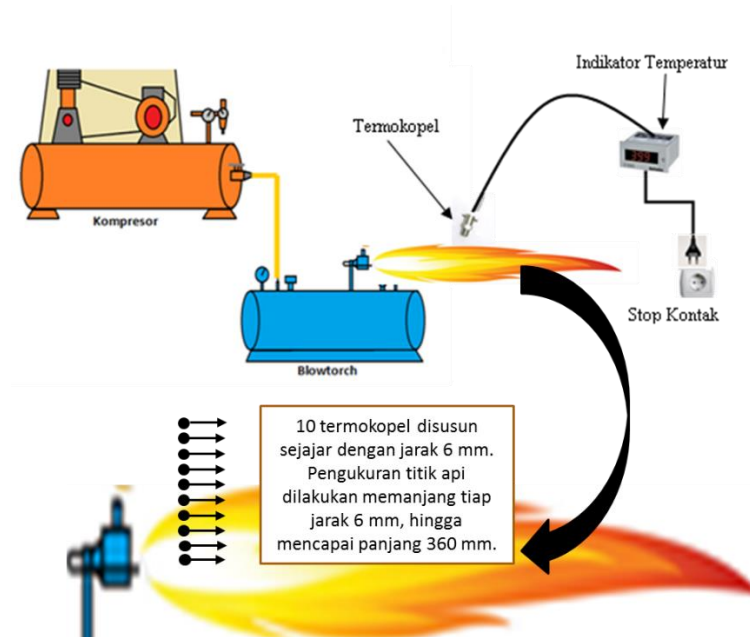


Gambar 2. Generator HHO Tipe Kering (Rizal, 2014)



Pengujian Kerosin Murni dan *Mixing* Kerosin + gas HHO

Untuk pengujian kerosin murni, alat-alat dan instrumen dirangkai seperti pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Rangkaian Instalasi Pengujian Api Kerosin Murni

Pengukuran distribusi temperatur menggunakan sepuluh termokopel yang disusun sejajar dengan jarak 6 mm, dan incremental 6 mm memanjang sampai di ujung panjang api. Pengukuran dilakukan dengan cara menggunakan termokopel *Type K* (range pengukuran : 0 – 1275 °C). Output tegangan analog dari termokopel dikonversi kedalam bentuk digital oleh ADC data *Logger Type 128 C* merek Omega kemudian ditransfer ke dalam komputer menggunakan *software* peralatan ADC data *logger* merek omega. Dengan *software* tersebut signal digital diterjemahkan kedalam bentuk temperatur (°C). Data tersebut dicatat dan dimasukkan ke dalam *software* MICROSOFT EXCEL 2010, data temperatur ini kemudian diplot menggunakan *software* ORIGIN 2015 untuk mendapatkan kontur *isothermal* distribusi temperatur. Dari kontur *isothermal* akan diolah menjadi distribusi temperatur rata-rata menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T_{\text{rata-rata}} = \frac{(A \times T)_{\text{tot}}}{A_{\text{tot}}} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

$$A_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^n [\pi(r_o^2 - r_i^2)] \dots \dots \dots (2)$$

$$(A \times T)_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^n [\pi(r_o^2 - r_i^2) \times T_i] \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

T_i = temperatur rata – rata diantara 2 garis *isothermal*

r_o = jari-jari luar

r_i = jari-jari dalam

Pengukuran daya bahan bakar pada *blow-torch* dilakukan dengan cara mengukur konsumsi bahan bakar kerosin dengan persamaan sebagai berikut:



$$P = \frac{m_f \times E}{t} \left(\frac{kJ}{s} \right) \dots \dots \dots (4)$$

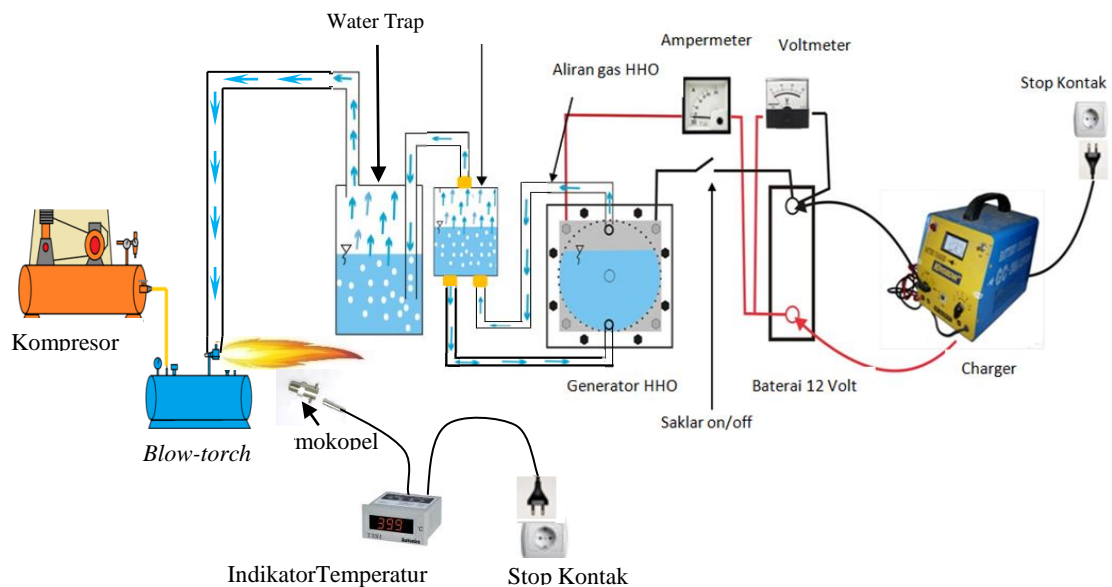
dimana :

m_f = Konsumsi bahan bakar selama pengukuran (kg)

E = Nilai kalor netto bahan bakar (kJ/kg)

t = Waktu pengukuran (s)

Pengujian kerosin + gas HHO dilaksanakan berdasarkan skema gambar 4 berikut:



Gambar 4. Rangkaian Instalasi Pengujian Api *Mixing*

Cara pengukuran distribusi temperatur dan daya bahan bakar pada *blow-torch* untuk kerosin + gas HHO dilakukan dengan cara yang sama seperti pengukuran pada kerosin murni.



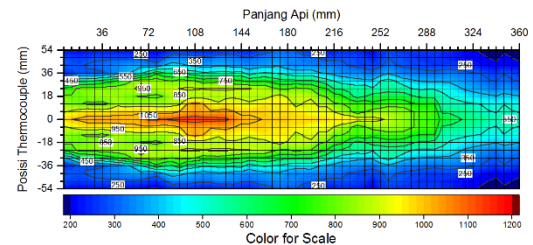
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bentuk Api dan Kontur *Isothermal*

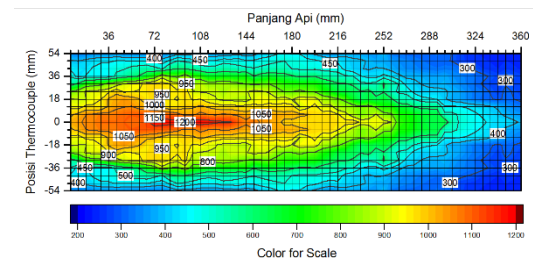
Hasil dokumentasi dan kontur isothermal pada masing-masing variasi yaitu kerosin murni, kerosin bukaan katup 25% + gas HHO dan kerosin bukaan katup 50% + gas HHO pada *blow-torch* ditunjukkan oleh gambar berikut:



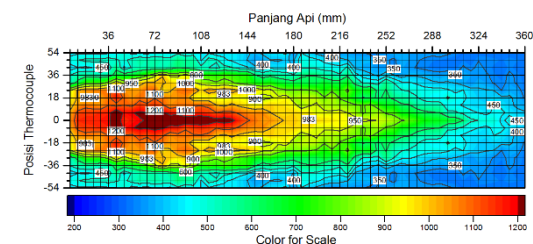
(a)



(b)



(c)



Gambar 5. Hasil dokumentasi nyala api dan kontur *isothermal* api difusi (a) kerosin murni, (b) kerosin bukaan katup 25% + gas HHO, (c) kerosin bukaan katup 50% + gas HHO pada *blow-torch*

Dapat dilihat dari bentuk api pada gambar 5, api hasil dari pembakaran kerosin murni berwarna jingga, sedangkan pada campuran dengan hidrogen, warna api berwarna putih. Secara teori, warna jingga mempunyai panjang gelombang yang jauh lebih panjang dibandingkan putih dan pancaran energi panas dari warna jingga jauh lebih kecil dibandingkan putih. Itulah sebabnya campuran kerosin dengan gas HHO menghasilkan api yang lebih panas dibandingkan kerosin murni. Selain itu panjang lidah api menjadi lebih pendek tetapi mempunyai temperatur ujung lidah api yang lebih panas.

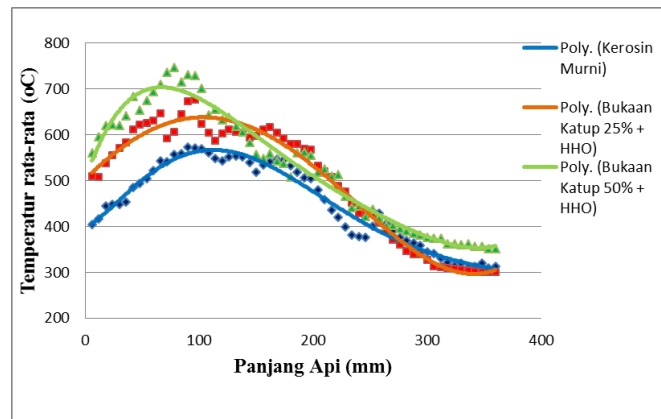
Pada kontur *isothermal* dapat dilihat bahwa distribusi temperatur api yang menggunakan bahan bakar kerosin + gas HHO lebih tinggi dan merata, dibandingkan dengan yang hanya menggunakan bahan bakar kerosin murni. Hal ini dikarenakan pembakaran lebih sempurna



dengan adanya tambahan oksigen, selain itu juga karena hidrogen yang mempunyai nilai kalor lebih tinggi daripada kerosin.

Distribusi Temperatur Rata-rata

Pada gambar 6 menampilkan grafik temperatur rata-rata vs panjang api untuk tiap variasi bahan bakar pada setiap 6 mm panjang api.



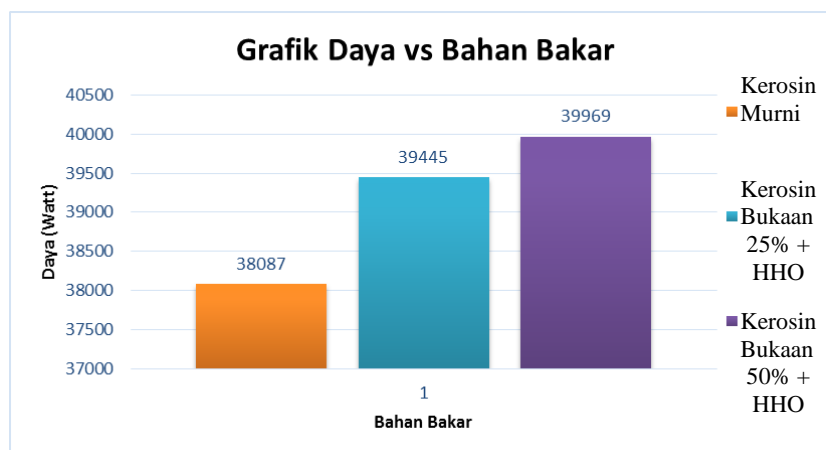
Gambar 6. Grafik Temperatur Rata-rata vs Panjang Api

Dari gambar itu dapat dilihat bahwa untuk semua variasi bahan bakar, temperatur api meningkat sampai pada puncak tertentu seiring dengan meningkatnya panjang api sampai sekitar 100 mm dan kemudian menurun sampai pada temperatur paling rendah. Daerah yang temperaturnya mulai meningkat disebut *preheating zone*, temperatur meningkat disebabkan oleh panas konveksi dari api. Daerah yang selanjutnya temperaturnya meningkat sampai titik puncak disebut *reaction zone*, pada zona ini seluruh reaksi kimia dan pelepasan panas terjadi sehingga menghasilkan temperatur tinggi. Sedangkan daerah dimana temperatur mulai menurun sampai temperatur terendah disebut daerah *burn gas*, temperatur mulai menurun karena gas – gas yang terbentuk dari hasil pembakaran api.

Dari ketiga variasi itu, variasi kerosin bukaan katup 50% + gas HHO yang menghasilkan temperatur rata-rata maksimal paling tinggi. Hal ini dikarenakan penambahan gas HHO yang terdiri dari H_2 dan O_2 membuat pembakaran lebih sempurna sehingga bahan bakar hidrokarbon dapat terbakar secara optimal.

Daya Bahan Bakar *Blow-torch*

Pada gambar 4.8 menampilkan grafik hubungan variasi bahan bakar terhadap daya yang dihasilkan.





Gambar 7. Grafik Daya Bahan Bakar vs Bahan Bakar

Pada variasi kerosin murni, daya yang dihasilkan sebesar 38.087 watt. Pada variasi kerosin bukaan katup 25% + gas HHO, daya yang dihasilkan meningkat menjadi sebesar 39.445 watt. Sedangkan pada variasi kerosin bukaan katup 50% + gas HHO, daya yang dihasilkan meningkat lagi menjadi sebesar 39.969 watt. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan gas HHO pada gas kerosin, maka daya yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dikarenakan hasil pembakaran H_2 menghasilkan energi dan tekanan yang besar sehingga akan menambah daya yang dihasilkan oleh *blow-torch* yang berbahan bakar kerosin. Selain itu pipa kuningan mendapat panas yang lebih besar dari pembakaran hidrogen dan kerosin dibandingkan pembakaran kerosin murni menjadikan uap kerosin yang lebih halus sehingga kerosin lebih mudah untuk terbakar karena luasan butiran kerosin menjadi lebih luas dan mudah untuk berdifusi dengan hidrogen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. *Blow-torch* kerosin dengan penambahan gas HHO memiliki temperatur nyala api yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kerosin murni. Titik temperatur tertinggi dihasilkan oleh variasi kerosin + gas HHO dengan bukaan katup 50% yaitu sebesar 1319 °C. Sedangkan pada kerosin murni, titik temperatur tertinggi hanya sebesar 1145 °C. Titik puncak api juga lebih maju pada *mixing* kerosin dengan gas HHO dibandingkan kerosin murni. Dari peningkatan temperatur api ini, panas tersebut dapat dimanfaatkan secara radiasi untuk dapur pemanas atau *furnace* yang membutuhkannya.
2. Terjadi peningkatan distribusi temperatur rata-rata maksimal. Pada variasi nyala api *blow-torch* kerosin bukaan katup 50% + gas HHO, temperatur rata-rata maksimal meningkat menjadi sebesar 747°C.
3. Daya tertinggi dicapai oleh campuran kerosin + gas HHO dengan bukaan katup 50%, yaitu sebesar 39969 watt dan yang terendah dicapai oleh kerosin murni, yaitu sebesar 38087 watt. Penambahan daya bahan bakar dari HHO yang hanya sebesar 0,08% dari daya yang dikeluarkan kerosin, mampu menaikkan temperatur api lebih dari 100°C. Artinya bisa didapatkan penghematan jika diaplikasikan dalam dunia industri jika mensubstitusi dengan bahan bakar hidrogen.
4. Gas hidrogen bisa menjadi bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar konvensional yang ada dengan jumlah ketersediannya di alam yang sangat melimpah dengan proses yang begitu sederhana, yaitu elektrolisis air.

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan uji emisi pada gas sisa hasil pembakaran.
2. Ketika melakukan pengujian *burner blow-torch* dan *mixing* dengan gas HHO, pastikan *Flashback arrestor* yang terpasang pada rangkaian sudah diuji kebocoran sebelumnya, karena jika terjadi kebocoran maka dapat mengakibatkan *backfire* yang dapat membuat rangkain generator HHO meledak.



DAFTAR PUSTAKA

- Turn, Stephen R. (2000). *An Introduction To Combustion: Concepts and Application*. Second Edition Singapore: Mc Graw Hill Book Co.18
- Dopp, R.B. (2007). *Hidrogen Generation Via Water Electrolysis Using Higly Efficient Nanometal Electrodes*. DSE Quantum Sphere Inc. Report number: 714.
- Saputra, I Putu Ari.(2014). *Studi Eksperimen Pengaruh Penambahan Gas HHO dengan Bahan Bakar Kerosene terhadap Distribusi Temperatur Nyala Api Kompor Tekan (Blowtorch) Menggunakan Generator HHO Tipe Kering*. Tugas Akhir. Surabaya:Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rizal, Subairi. (2014). *Generator Gas HHO Dry Type 6 Cell Tersusun Seri dan Implementasinya pada Dump Truck Nissan Diesel CWA 211 NHRR-S 6925 cc*. Tugas Akhir. Surabaya:Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember.